



UTICAJ BIOMASE NA SMANJENJE EMISIJE UGLJEN DIOKSIDA

Lazar N. Ružičić^{1*}, Ljiljana Kostadinović¹, Nikola Počuča², Predrag Petrović³

¹ *Megatrend univerzitet, Beograd, Fakultet za biofarming, Bačka Topola*

² *Siker d.o.o., Beograd*

³ *Institut „Kirilo Savić“, Beograd*

Sažetak: Biomasa se može smatrati stratezijskim potencijalom, ne samo zbog toga što je obnovljiv izvor energije i što je široko rasprostranjena, već i zbog toga što

se njenom primenom može obezbediti dovoljna količina energije uz redukovanje emisije CO₂ i drugih štetnih gasova, čime se postiže minimalan negativan uticaj na životnu sredinu. U radu je dat pregled tehnika za spaljivanje biomase, kao i tehničko-tehnološke karakteristike toplana za proizvodnju energije iz biomase u cilju promovisanja primene ovog obnovljivog izvora energije. Takođe, predstavljena je i opcija zajedničkog sagorevanja biomase i fosilnih goriva. Odlučujući faktor u pojačanom korišćenju biomase trebali bi biti njeni niski nabavni i eksploatacioni troškovi, ali primena modernih spalionica sa niskom emisijom je ekonomski opravdana samo na velikim postrojenjima, jer se tada dobija maksimalan učinak i iz problematičnih goriva (slama i specijalno zasađene kulture (*Miscanthus Sinesis*)).

Cljučne reči: biomasa, emisija ugljen dioksida, toplane za proizvodnju energije iz biomase.

UVOD

Biomasa je u zavisnosti od izvora različito definisana, ali kao osnovna može da se navede odrednica prema Pravilniku o graničnim vrednostima emisije štetnih gasova u atmosferu iz konvencionalnih izvora (NN 140/97): „Biomasa je gorivo koje se dobija od biljaka ili delova biljaka kao što su drvo, slama, stabljike žitarica, ljuštore itd.

* Kontakt autor. E-mail: laru@sbb.rs

Rad je deo istraživanja u okviru projekta: Unapređenje održivosti i konkurentnosti u organskoj biljnoj i stočarskoj proizvodnji primenom novih tehnologija i inputa. br. TR 31031 koje finansira Ministarstvo prosvete, nauke i tehnološkog razvoja R Srbije.

Ona je obnovljiv izvor energije, a generalno se može podeliti na drvenu, nedrvnu i životinjski otpad“[1].

Svetska kretanja u oblasti korišćenja obnovljivih izvora energije pokazuju da se sve razvijene zemlje ubrzano orijentišu ka intenzivnoj primeni svih raspoloživih obnovljivih izvora energije. Mnoge zemlje Evrope već danas imaju oko 20% komercijalne energije proizvedene iz biomase (Austrija, Švedska, Finska). Dodatan razlog i impuls za korišćenje biomase potiče od sve strožijih uslova koje nameće zaštita okoline. Gledajući dugoročno, iscrpivost svetskih energetske potencijala svih vrsta, i čak mnogo ranije iscrpivost i onako malih energetske potencijala Srbije, ukazuje da se energetika Srbije mora orijentisati na sve veće korišćenje obnovljivih izvora energije, a pre svega biomase. Ovakva orijentacija nameće i primenu novih, efikasnijih i ekološki prihvatljivih energetske tehnologija, što će povećati njenu konkurentnost na domaćem i stranom tržištu [2].

Sagorevanje biomase rezultuje emisijom koja se smatra ugljen-neutralnom, jer je ugljenik nastao iz prirodnog ciklusa ugljenika. Naime, biljka za rast i razvoj uzima ugljen dioksid iz vazduha koji se spaljivanjem biljnih ostataka (biomase) ponovo emituje [3]. Prema trenutnom Sporazumu iz Kjota i brojnim programima za emisiju gasova staklene bašte, korišćenje biomase i nusproizvoda biomase kao alternativnih goriva može biti klasifikovano kao smanjenje emisija gasova staklene bašte. Biomasa je sama po sebi gorivo i može se koristiti u svom neizmenjenom obliku kao energent u procesima sagorevanja radi dobijanja toplote. To je najstarija tehnologija iskorišćenja energije biomase. Međutim, sve je veći interes da se biomasa pretvori u drugi vid energije - električnu energiju, ili da se dobiju vrednija goriva, koja se zatim mogu koristiti u različitim uređajima. Da bi biomasa postala privlačna kao energent neophodno je da postoje tehnologije koje omogućavaju da se na efikasan način iskoristi energija biomase, zatim da imaju znatno manji uticaj na okolinu, i da je proizvedena energija dovoljno konkurentna energiji iz fosilnih goriva [4]. Tehnologije konverzije biomase nude određene prednosti, ali imaju i određene nedostake. Kao prednost treba istaći da je biomasa ekološki znatno prihvatljivija proizvodnja energije, jer omogućuje zamenu fosilnih goriva pri proizvodnji električne energije; omogućava dobijanje kvalitetnih tečnih i gasovitih goriva koji se mogu primeniti za pogon motornih vozila i da primenom raznovrsnih tehnologija daje mogućnost integracije goriva iz biomase u postojeće energetske sisteme. Glavna prednost u korišćenju biomase kao izvora energije je ogroman potencijal, ne samo u tu svrhu zasađene biljne kulture već i otpadni materijali u poljoprivrednoj i prehrambenoj industriji [5][6]. Gasovi koji nastaju korišćenjem biomase mogu se takođe iskoristiti u proizvodnji energije. Prednost biomase u odnosu na fosilna goriva je i neuporedivo manja emisija štetnih gasova i otpadnih supstancija. Računa se da je opterećenje atmosfere sa CO₂ pri korišćenju biomase kao goriva zanemarivo, budući da je količina emitovanog CO₂ prilikom sagorevanja jednaka količini apsorbovanog CO₂ tokom rasta biljke - ukoliko su seča i prirast drvne mase u održivom odnosu – 1 hektar šumskih površina godišnje apsorbuje jednaku količinu CO₂ koja se oslobađa sagorevanjem 88.000 litara lož-ulja ili 134.000 m³ prirodnog gasa [3][7]. Kao nedostaci se navode često složeni procesi za konverziju biomase; zatim obično viša cena postrojenja za korišćenje biomase u poređenju sa konvencionalnim postrojenjima koja koriste fosilna goriva, kao i činjenica da su mnoge tehnologije konverzije biomase još u demonstracionoj fazi, ili i ako su komercijalne, ne postoji veliki broj postrojenja, na osnovu kojih bi gradnja takvih postrojenja postala znatno jeftinija.

Tehnologije koje se koriste za konverziju biomase mogu se podeliti u tri velike grupe: termo-hemijska konverzija, fizičko-hemijska konverzija i bio-hemijska konverzija [3].

MATERIJAL I METODE RADA

Cilj rada je bio da se utvrdi masa emitovanog ugljen dioksida kao posledica sagorevanja različitih goriva u odnosu na biomasu, za ostvaren isti toplotni efekat. Različita goriva, obzirom na njihov drugačiji hemijski sastav ne doprinose u istoj meri emisiji ugljendioksida. Da bi se različita goriva mogla međusobno porediti, uvodi se koeficijent emisije ugljendioksida KCO_2 , koji predstavlja masu emitovanog ugljendioksida u atmosferu svedenu na jedinicu energije. Koeficijent emisije ugljendioksida određuje se:

$$KCO_2 = 3,67 \cdot g_c \cdot H^{-1} \quad (1)$$

gde su:

KCO_2	[$\text{kgCO}_2 \cdot \text{J}^{-1}$]	- koeficijent emisije ugljendioksida,
3,67	[-]	- stehiometrijski koeficijent,
g_c	[$\text{kg} \cdot \text{kg}^{-1}$]	- maseni udeo gorivog ugljenika u gorivu,
H	[$\text{J} \cdot \text{kg}^{-1}$]	- toplotna moć goriva.

U Tabeli 1 prikazani su koeficijenti emisije ugljendioksida različitih goriva, a u tabeli 2 prikazane su energetske vrednosti pojedinih vrsta biomase, kao i ušteda koja se ostvaruje primenom biomase za proizvodnju električne energije. Ispitivanje je izvršeno primenom tehnike spaljivanja raznih vrsta fosilnih goriva i biomase u pilot postrojenju snage do 15 kW, koje se inače koristi u domaćinstvu za dobijanje tople vode i grejanje prostorija.

REZULTATI ISTRAŽIVANJA I DISKUSIJA

Biomasa spada u obnovljive izvore energije i kao takva se smatra za CO_2 neutralnu. Pri sagorevanju biomase emituje se tačno onoliko ugljendioksida koliko biljka veže procesom fotosinteze u toku rasta, pa je u tom smislu koeficijent emisije ugljendioksida biomase jednak nuli. Međutim taj podatak je validan samo onda kada seču prati pošumljavanje, u suprotnom usvaja se koeficijent emisije koji je prikazan u tabeli 1. Najzastupljeniji gas staklene bašte je ugljendioksid koji je u atmosferi zastupljen sa samo 370 ppm, odnosno čini 0,037% zemljine atmosfere. Međutim koncentracija ugljendioksida u vazduhu porasla je 31% u odnosu na 1750. godinu. Sadašnja koncentracija je veća nego što je to dosad ikada bila. Oko 98% emisije ugljendioksida potiče od sagorevanja fosilnih goriva, dok se ostatak emituje pri proizvodnji cementa, proizvodnji kreča, sagorevanju otpada. Deo emisije je i posledica nekontrolisane seče šuma, ali je očigledno da uticaj ostalih uzročnika zanemarljiv u odnosu na dominantan "izvor"- sagorevanje fosilnih goriva. Kao najpovoljnije gorivo u smislu ekološke pogodnosti (Tabela 1) nameće se prirodni gas koji ima najmanji koeficijent emisije ugljendioksida za isti ostvareni toplotni efekat. Razlog tome je sastav prirodnog gasa kod koga je ubedljivo najviše zastupljen metan, a zatim i ostali niži ugljovodonici. Sastav gasa je takav da ima najmanje učešće ugljenika u odnosu na ostala fosilna goriva (gc), zbog čega se sagorevanjem pored ugljendioksida emituje i vodena para.

Toplotna moć biomase je znatno niža od uglja i u zavisnosti od procenta vlažnosti i pepela, nalazi se u predelu od 15-18 MJ·kg⁻¹.

Niska gustina biomase (nasipna gustina za slamu iznosi do 60 kg·m⁻³, gustina slamenih bala iznosi do 150 kg·m⁻³, nasipna gustina uglja iznosi 900 kg·m⁻³), doprinosi tome da je zapreminski potrebno 10 do 15 puta više biomase, nego za ugalj.

Procenat vlažnosti biomase čak i nakon lagerovanja je znatno veći nego kod uglja. Slama i Miscanthus poseduju između 10-30 % vode, drvo može da dostigne i do 50 % i time je poredljivije sa smeđim ugljem. Tehničko predsušenje biomase je od strane procesa naporno i najčešće nepotrebno.

Tabela 1. Koeficijent emisije ugljendioksida različitih goriva

Table 1. Carbon dioxide emissions coefficient of different fuels

Gorivo <i>Fuel</i>	Emisija (kg CO ₂ ·GJ ⁻¹) <i>Emission (kg CO₂·GJ⁻¹)</i>
Biomasa <i>Biomass</i>	109,6
Treset <i>Peat</i>	106,0
Kameni ugalj <i>Coal</i>	101,2
Mrki ugalj <i>Brown coal</i>	97,1
Lignit <i>Lignite</i>	96,4
Dizel <i>Diesel</i>	77,4
Sirova nafta <i>Crude oil</i>	74,1
Kerozin <i>Kerosene</i>	73,3
Benzin <i>Gasoline</i>	71,5
Tečni naftni gas <i>Liquid petroleum gas</i>	63,1
Prirodni gas <i>Natural gas</i>	56,1

U Tabeli 2 prikazane su energetske vrednosti i vrednosti uštede uvoza energije goriva iz raznih vrsta biomase. Osnovni zaključak koji se nameće iz Tabele 2 je da je energetski potencijal biomase zavidan i da može zameniti energiju iz uvoza u vrednosti od čak 57 miliona Eura, a CO₂ uštedni potencijal iznosi preko 290.000 t. Najveći CO₂ uštedni potencijal postiže se primenom ostataka piljevine. Osim energetskog važan je i ekološki aspekt koji je sa ekološkim krizama pridoneo i uslovio razvoj korišćenja biomase u energetske svrhe. Zbog takozvane čiste energije i mogućnosti kontrolisanja zaštite okoline, korišćenje biomase i ostalih obnovljivih izvora energije sve više će dobijati na značaju, uz otvaranje niza novih delatnosti i radnih mesta i smanjenja uvoza i upotrebe fosilnih goriva.

Tabela 2. Energetski potencijal raznih vrsta biomase

Table 2. Energy potential of various types of biomass

Biomasa <i>Biomass</i>	Količina <i>Quantity</i>	Energetska vrednost <i>Energy value</i>	CO ₂ uštedni potencijal <i>Saving potential of CO₂</i>	Vrednosti uštede uvoza energije goriva 1€/EU* <i>Reductions of imports of energy fuels 1€/EU*</i>
	(t)	(KWh·kg ⁻¹)	(t)	(Mio €)
Drvo iz šumarstva <i>Wood from forestry</i>	30.000	5,2	40.000	7,8
Ostatak piljevine <i>Rest of sawdust</i>	40.000	5,2	62.000	10,0
Drvni otpadci <i>Trash wood</i>	8.000	4,6	10.000	1,8
Ostala lignin slična goriva poput energetskih biljaka, ostataka itd. <i>Other fuels such as lignin similar power plants, residues, etc.</i>	Slama: <i>Straw:</i> 63.000	4,8	60.000	15,0
	Brze plantaže: <i>Fast-growing plantation:</i> 15.000	4,1	15.000	3,0
Energetske biljke (celuloza, šećer, skrob) <i>Energy crops (cellulose, sugar, starch)</i>	Poljane: <i>Meadow:</i> 100.000	0,7	25.000	Struja: <i>Electricity:</i> 1,8
				Toplota: <i>Heat:</i> 0,8
Uljane biljke <i>Oilseed plants</i>	25.480	9,0	23.000	Gorivo: <i>Fuel:</i> 10,0
Biogeni ostaci <i>Biogenic residues</i>	Tečni stajnjak: <i>Liquid manure:</i> 521.500	0,1	22.500	Struja: <i>Electricity:</i> 1,7
	Đubrivo: <i>Fertilizer:</i> 187.500	0,5	33.000	Toplota: <i>Heat:</i> 0,8
	Ostaci pri čišćenju žitarica: <i>Remains to clean the grain:</i>			Struja: <i>Electricity:</i> 2,5
	3.300	4,0	2.600	Toplota: <i>Heat:</i> 1,0
Potencijal biomase <i>Biomass potential</i>			293.100	Toplota: <i>Heat:</i> 0,6
				56,8

* EU- ekvivalent ulju

* EU- oil equivalent

U tom smislu potrebno je za određena ili sva područja i regione u Srbiji uraditi i socijalnu dimenziju korišćenja biomase koja se nalazi na istima, sa svim prednostima koja se postižu.

Za korišćenje biomase principijelno odgovaraju tehnike spaljivanja, koje se danas koriste za čvrsta goriva. Jedan od važnijih kriterijuma za odabir toplane je veličina postrojenja. Ovde je moguće razlikovati mala (do 15 kW), srednja (do 1 MW) i velika postrojenja.

Mala postrojenja (do 15 kW) se koriste u domaćinstvima za toplu vodu i grejanje prostorija, a do 1 MW se koriste u privredi. Ovde najčešće korišćeni sistemi loženja su šaht i podšubna spaljivanja. Ispitivanjem emisije u postojećim postrojenjima u industriji utvrđeno je da zbog nepotpunog sagorevanja mogu nastati visoke emisije prašine, ugljenmonoksida i ugljenihvodonika. Ove emisije nastaju kroz nestacionarne postupke pri dovodu i odvodu, ali i kao delimičan teret, jer se efikasnost najčešće postiže kroz paljenje i gašenje dovoda goriva i kroz neoptimalni odnos goriva i vazduha. Novo razvijena postrojenja, koja se već koriste u Austriji za pelete od drveta, pokazuju da spaljivanje i u ovom području efikasnosti može imati niske emisione vrednosti.

Postrojenja sa snagom većom od 1 MW koriste se za proizvodnju toplote, procesne pare i struje najčešće kao kogeneracijska postrojenja. Gornja granica snage za postrojenja isključivo na biomasu leži danas otprilike između 50-100 MW_{th}, jer nabavka goriva, transport i logistika za veće snage su jako teški. U području ove snage uglavnom se koristi spalionica otporna na rđu, jer se ova zbog oblika, vlažnosti i problematičnih goriva najbolje pokazala. Princip ciklonske spalionice ističe se kroz manje emisije, ali je zbog tehnike postrojenja teža postavka i zbog toga se koristi u privredi kod snage veće od 10 MW. Spalionice prašine za biomasu su pogotovo korisne kada je gorivo već usitnjeno. Prašinske spalionice se uglavnom koriste u velikim postrojenjima na ugalj, jer se one ističu kroz visoku efikasnost gustine, dobru kontrolu i potpuno sagorevanje. Kod goriva sa finim i grubim sastavom može se primeniti kombinacija prašinske i spalionice otporne na rđu. Za spaljivanje bala od slame u Danskoj koriste specijalnu konstrukciju pod nazivom „cigaret sagorevanje“, sa površinskim sagorevanjem bala, koje se u praksi dobro pokazalo.

Odabir sistema spalionice zavisi i od toga u kom obliku (sečka, piljevina, peleti, bale itd.) se biomasa nalazi. Priprema drveta u sečku kao goriva se dobro pokazala u Austriji, te je time postala standardizacija za drvenu biomasu. Za slamastu biomasu konkurišu u principu dva tipa pripreme. Prva varijanta je presanje u bale odmah nakon žetve. Dalja priprema poput otvaranja bala i sitnjenje se odvija na lokaciji spalionice, i ona se razlikuje od jedne tehnike spaljivanja do druge. Druga varijanta je pravljenje peleta, i to po mogućnosti direktno na polju, jer se time povećava transportna gustina i već je biomasa pripremljena za određenu vrstu sagorevanja.

Postrojenja za spaljivanje su raznih veličina i metoda koje su usklađene sa tim. Tako su još uvek u funkciji i najjednostavnije tehnike, uz razvoj novih i kombinacija i revitalizacija postojećih tehnologija sagorevanja i tehničke opreme.

ZAKLJUČAK

Jedan od najperspektivnijih alternativnih izvora energije u svetu i u Srbiji svakako je biomasa. Glavne osobine biomase kao energenta jesu njena relativno jednostavna eksploatacija, sagorevanje sa značajno smanjenom emisijom štetnih gasova, redukcija

pepela i dr. Korišćenjem biomase, koja predstavlja ostatak ratarske i stočarske proizvodnje, može se u energetsom sektoru obezbediti višestruka korist: redukcija sagorevanja fosilnih goriva i drvene mase, čime se na više načina sprečava uništavanje šuma (seča, kisele kiše i sl.) i obezbeđuje očuvanje i zaštita ovog složenog ekosistema. Iskorišćavanje energetskog potencijala biomase dobijene iz stočarske proizvodnje digestijom, prvenstveno podrazumeva produkciju biogasa, visokoenergetskog i „čistog“ goriva, ali i dobijanje kvalitetnog nusproizvoda pomenute digestije – đubriva koje se može koristiti u prihranjivanju različitih biljnih kultura.

Postoje različite procene potencijala i uloge biomase u globalnoj energetici budućnosti i u gotovo svim scenarijima predviđa se značajan porast korišćenja biomase na globalnom nivou. Na iskorišćavanje biomase stavljen je akcenat i prilikom skorašnjeg definisanja javnih politika u energetsom sektoru Republike Srbije. To se posebno odnosi na energetsko iskorišćavanje biomase u Vojvodini na čijoj teritoriji se, zahvaljujući intenzivnoj poljoprivredi, generišu značajne količine biomase.

Odlučujući faktor u pojačanom korišćenju biomase trebalo bi biti niski nabavni troškovi, kao i niski troškovi korišćenja iste. Studije i izvedena postrojenja pokazuju da se termičko korišćenje obnovljivih resursa već sada učestalije koristi u krugovima jake privrede. U poređenju sa zemnim gasom kao energentom su troškovi investicije mnogo veći, imajući u vidu pripremu goriva, tehniku spaljivanja i filtere dimnih gasova, koje se ne svode na nulu kroz troškove nabavne cene biomase. Ako je na biomasi da značajno doprinese smanjenju CO₂, onda je na politici da stvori odgovarajuće uslove. U ovom radu je iznešena opcija zajedničkog sagorevanja biomasa, kao obnovljivog izvora energije, i fosilnih goriva, u smislu zaštite životne sredine i posledica sagorevanja čistih fosilnih goriva. Odnosno kao opcija za smanjenje energetsko zavisne emisije CO₂ sa relativno malim korišćenjem biomase, iako kod nas postoji brz i visok potencijal biomase kao i postrojenja koja pogoduju za ovo. Ukoliko bi bila potrebna kod postojećih postrojenja i neka investiciona ulaganja ti troškovi bi bili niski i ekonomski, a pogotovo ekološki opravdani.

LITERATURA

- [1] De Žarden, Dž.R. 2006. *Ekološka etika*. JP Službeni glasnik. Beograd.
- [2] Vasiljev, T., Kljajić, M., Bjedov, S., Matijević, T. 2006. *Biomasa*. Grupa za promociju zelene energije. Univerzitet u Novom Sadu. Dostupno na: www.obnovljiviizvorienergije.rs [Datum poslednjeg pristupa: 29.10.2012.]
- [3] Mesarović, M. 2007. Strategija korišćenja biomase kao obnovljivog izvora energije. *Agronomska saznanja* 17, str. 1-3.
- [4] Ružičić, L., Kostadinović, Lj., Oljača, M., Gligorević, K., Fišter, S., Jurišić, B., Bojat, N. 2011. Alternativni izvori energije i zaštita životne sredine. *Prvi simpozijum o upravljanju prirodnim resursima sa međunarodnim učešćem*. Fakultet za menadžment, Megatrend univerzitet, Bor, str. 178-186.
- [5] Ilić, M., Oka, S., Tešić, M. 2003. *Energetski potencijal i karakteristike ostataka biomase i tehnologije za njenu primenu i energetsko iskorišćavanje u Srbiji*. Studija urađena u okviru projekta ev. Broj NP EE611-113A finansiranog od strane Ministarstva za nauku, tehnologiju i razvoj Republike Srbije. Institut za nuklearne nauke „Vinča”, Laboratorija za termotehniku i energetiku, Beograd.

- [6] Valent, V., Krgović, M., Kršikapa, M., Nikolić, S. 2008. Energetski potencijali u svetu i njihov značaj u celulozno-papirnoj industriji. *Hemijska industrija* 62(4), str. 223–232.
- [7] Stevanović, B., Knežić, L., Čikarić, S., Ilić-Popov, G., Karaman, G., Nedović, B., Todić, D., Vukasović, V., Vujošević, M., Stojanović, B., Tošović, S., Božović, B., Mijović, D., Angelus, J., Pantović, M., Stefanović, Đ. 2003. *Enciklopedija: Životna sredina i održivi razvoj*. Knjiga tačnih odgovora. Ecolibri: Beograd/Zavod za udžben. i nastavna sredstva: Srpsko Sarajevo.

EFFECT OF BIOMASS TO REDUCE CARBON DIOXIDE EMISSIONS

Lazar N. Ružičić¹, Ljiljana Kostadinović¹, Nikola Počuča², Predrag Petrović³

¹ *Megatrend University, Beograd, Faculty of biofarming,
Bačka Topola, Republic of Serbia*

² *Siker d.o.o., Belgrade, Republic of Serbia*

³ *Institute „Kirilo Savić“, Belgrade, Republic of Serbia*

Abstract: Biomass can be considered strategic potential, not only because it is a renewable source of energy and it is widespread, but also because its application can provide a sufficient amount of energy to reduce emissions of CO₂ and other greenhouse gases, resulting in a minimum negative impact on environment. This paper presents an overview of techniques for biomass burning, as well as technical and technological characteristics of plant for the production of energy from biomass in order to promote the implementation of renewable energy sources. It also presents the option and joint combustion of biomass and fossil fuels. The decisive factor in the increased use of biomass should be its low acquisition and operating costs, but the application of modern low-emission incinerator is economically viable only for large plants, because then gets maximum effect from the problem of fuel (straw and specially planted Culture (*Miscanthus Sinesis*)).

Key words: biomass, carbon dioxide emission, heating machine for the production of energy from biomass.

Datum prijema rukopisa:	17.11.2012.
Datum prijema rukopisa sa ispravkama:	21.11.2012.
Datum prihvatanja rada:	21.11.2012.